

OPTIMALISASI PROSES SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK ALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) DENGAN KATALIS KALIUM HIDROKSIDA (KOH)

Muhammad Zakir¹, Indah Raya¹, Asbia¹

¹Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin Kampus Tamalanrea Makassar 90425

Abstrak. Penelitian tentang optimalisasi proses sintesis biodiesel dari minyak alga merah (*Eucheuma cottonii*) melalui transesterifikasi menggunakan katalis basa Kalium Hidroksida (KOH) sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil telah dilakukan. Pada penelitian ini digunakan minyak dari alga merah (*E. cottonii*) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Minyak alga merah diperoleh melalui proses ekstraksi dengan menggunakan metode sokletasi dengan pelarut n-heksan. Selanjutnya minyak alga merah disintesis menjadi biodiesel, dalam hal ini metil ester, melalui proses reaksi transesterifikasi dengan pelarut metanol dan menggunakan katalis KOH. Proses reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu 40, 50, 60, dan 70 °C dengan variasi waktu reaksi masing-masing 2, 3, 4, dan 5 jam. Biodiesel yang dihasilkan dianalisis asam lemak total dan asam lemak bebasnya untuk menghitung nilai konversi. Suhu dan waktu optimum dimana dihasilkan nilai konversi paling besar adalah 60 °C selama 4-5 jam dengan nilai konversi sebesar 24,1077%. Biodiesel dengan nilai konversi paling tinggi dikarakterisasi sifat fisik dan sifat kimianya. Diperoleh hasil koefisien viskositas sebesar 4,432 cSt, densitas 0,8383 g/mL, kadar air 0,013, dan bilangan iodium 10,66 mg/mek. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar uji *American Society for Testing and Materials* (ASTM D6751) namun kurang efektif untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti solar karena rendamennya yang rendah.

Kata kunci: Biodiesel, *Eucheuma cottonii*, transesterifikasi, KOH.

Abstract. Research on the optimalization of synthesis process of biodiesel as an alternative fuel from red algae oil (*Eucheuma cottonii*) with potassium hidroksida (KOH) had been done. Red algae (*E. cottonii*) oil was used as raw material in the Biodiesel synthesis. Red algae oil was gained through extraction process with soxhletation method using *n*-heksane as solvent. Biodiesel (methyl ester) had been synthesized from red algae oil by transesterification process used methanol as solvent and KOH as catalyst. The process had been done at 40, 50, 60, and 70 °C with reaction time 2, 3, 4, and 5 hours. The total fatty acids and free fatty acids of the product were used in the calculation of conversion value. The optimum temperature and reaction time giving the greatest number of biodiesel conversion is 60 °C for 4-5 hours with conversion 24,1077%. The biodiesel of highest conversion was characterized physically and chemically. The Result showed that viscosity, density, water value, and iodine number were 4,432 cSt, 0,8383 g/mL, 0,013, and 10,66 mg/mek, respectively. Biodiesel from red algae oil that was not effective to be used as alternative fuel because of its product is very low.

Keywords: Biodiesel fuel, *Eucheuma cottonii*, transesterification, KOH

*Alamat korespondensi: muhammadzakir@gmail.com

PENDAHULUAN

Kenaikan Bahan Bakar Minyak (BBM) akhir-akhir ini telah menuai beragam kecaman masyarakat. Seiring dengan berlalunya waktu, cadangan bahan bakar dalam perut bumi akan semakin terbatas dan menyusut karena dikonsumsi secara terus menerus. Dewasa ini Indonesia mengalami krisis energi karena hanya mengandalkan satu jenis sumber energi saja. Cepat atau lambat, suatu saat minyak bumi akan habis akibat penggunaannya yang terus meningkat untuk menggerakkan berbagai kendaraan bermotor dan industri. Bahan bakar fosil yang digunakan adalah bahan bakar yang tidak terbarukan (unrenewable). Dibutuhkan waktu yang tak kurang dari ribuan bahkan jutaan tahun agar fosil yang terpendam dalam perut bumi terurai baik secara kimia maupun fisik untuk menjadi minyak dan gas. Oleh karena itu, dengan keterbatasan ini seharusnya mendorong pemerintah untuk mencari sumber energi alternatif dan terbarukan (renewable) yang berasal dari tanaman (Widodo, 2006).

Salah satu solusi yang digunakan untuk mencegah kekurangan bahan bakar minyak di masa yang akan datang adalah biodiesel. Biodiesel sebagai bahan bakar minyak alternatif telah lama dikembangkan di negara-negara maju namun mereka kekurangan bahan baku yang dapat menunjang kebutuhan industrinya. Bahan bakar biodiesel dapat diperoleh dari minyak nabati maupun lemak hewan. Biodiesel dari alga merah adalah salah satu sumber energi alternatif lainnya yang dapat menjadi jalan keluar bagi kebutuhan akan energi sekarang ini.

Algae terdiri atas dua jenis yaitu mikroalga dan makroalga. Khusus untuk mikroalga telah banyak dilakukan penelitian, proyek dan referensi yang membahas

pemanfaatannya sebagai bahan baku biodiesel. Dalam Tsukahara dan Sawayama (2005) telah melakukan penelitian produksi bahan bakar cair dengan menggunakan bahan baku dari mikroalga. Di dalam laporan penelitiannya dituliskan bahwa efektifitas produksi bahan bakar cair dari mikroalga telah dipelajari dengan menggunakan *Botryococcus braunii* dan *Dunaliella tertiolecta* yang masing-masing mengakumulasi terpenoid hidrokarbon dan gliserol. *Botryococcus braunii* dapat menghasilkan 64% minyak sedangkan *Dunaliella tertiolecta* dapat menghasilkan 42% minyak. Andrich dkk (2006) juga telah melakukan studi ekstraksi minyak dari mikroalga *Spirulina (Arthrospira) platensis*. Hu dkk (2008) telah melakukan studi terhadap triasgliserol dari mikroalga sebagai bahan baku untuk produksi biofuel dengan menggunakan *Chlamydomonas reinhardtii*. Sazdanoff (2006) menggunakan mikroalga jenis alga hijau yaitu *Monoraphidium minutum* sebagai bahan baku biodiesel. Di dalam Rahardi (2006) jarak masih kalah unggul dari mikroalga yang produktivitasnya mencapai 40.000 hingga 120.000 liter per hektar per tahun.

Sedangkan untuk jenis makroalga belum banyak dilakukan penelitian dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku biodiesel. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan proses sintesis biodiesel dengan menggunakan bahan baku dari makroalga. Beberapa daerah di Sulawesi Selatan seperti Jeneponto, Bantaeng, dan daerah pesisir Makassar adalah penghasil rumput laut terutama jenis alga merah (*Eucheuma cottonii*). Alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat menghasilkan minyak yang dapat diolah menjadi biodiesel. Maka produksi biodiesel dengan bahan baku alga merah sangat potensial untuk

dikembangkan. Biodiesel mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar diesel minyak bumi. Bahan bakar biodiesel dapat diperbaharui.

Dalam pembuatan biodiesel diproduksi dengan proses transesterifikasi (alkoholisis) dari minyak nabati ataupun lemak hewan dengan alkohol (biasanya metanol) untuk menghasilkan Fatty Acid Metil Ester (FAME) dan gliserol. Reaksi ini dapat dikatalisis oleh asam, basa, ataupun enzim (Surya, 2006). Katalis basa biasanya banyak digunakan secara komersial karena proses transesterifikasi dengan katalis basa lebih cepat dibandingkan katalis asam ataupun enzim (Fukuda dkk, 2001). Berdasarkan uraian tersebut maka dalam penelitian ini akan disintesis minyak dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan katalis basa berdasarkan variasi suhu dan waktu reaksi untuk memproduksi biodiesel.

METODE PENELITIAN

Mikroorganisme

Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat fungi dari *Aspergillus oryzae* yang diisolasi dari kopra berjamur. Biakannya dipelihara serta diperbanyak pada medium agar.

Media

Media agar yang digunakan adalah : pepton 0,5 %, KH_2PO_4 0,1 %, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,001 %, bacto agar 1,5 %, minyak zaitun 1 %. Komposisi media produksi (fermentasi) terdiri dari, pepton 0,5 %, KH_2PO_4 0,1 %, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,001 %, minyak zaitun 1 %.

Fermentasi

Inokulum yang telah disiapkan dimasukkan secara aseptik ke dalam media fermentasi, lalu diinkubasi selama 8 hari pada suhu 37°C di dalam

shaker incubator dengan kecepatan 150 rpm. Cairan fermentasi yang mengandung enzim lipase dipisahkan dari selnya dengan sentrifuse pada kecepatan 4000 rpm, suhu 4°C selama 30 menit. Filtrat enzim yang didapat diuji aktivitas.

Penentuan aktivitas enzim

Penentuan aktivitas enzim berdasarkan pada penguraian substrat oleh enzim. Aktivitas enzim lipase ditentukan dengan metode Vorderwulbecke, *et al.*, 1992. Satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai perubahan 1 μmol substrat per menit pada kondisi optimum. Substrat yang digunakan adalah *p*-nitrofenilbutirat yang dihidrolisis oleh enzim lipase menjadi *p*-nitrofenol.

Penentuan kadar protein

Kadar protein ditentukan dengan Metode Lowry (1951), dan sebagai standar protein digunakan bovin serum albumin.

Pengaruh konsentrasi media produksi dan kecepatan pengadukan

Pada pembuatan media produksi dibuat variasi konsentrasi pepton, (yaitu: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 %). Konsentrasi pepton optimum digunakan dalam menentukan konsentrasi minyak zaitun optimum, (yaitu: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 dan 5,0 %). Konsentrasi pepton dan minyak zaitun optimum digunakan dalam menentukan kecepatan pengadukan optimum, (yaitu: 50, 100, 150, 200 dan 250 rpm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

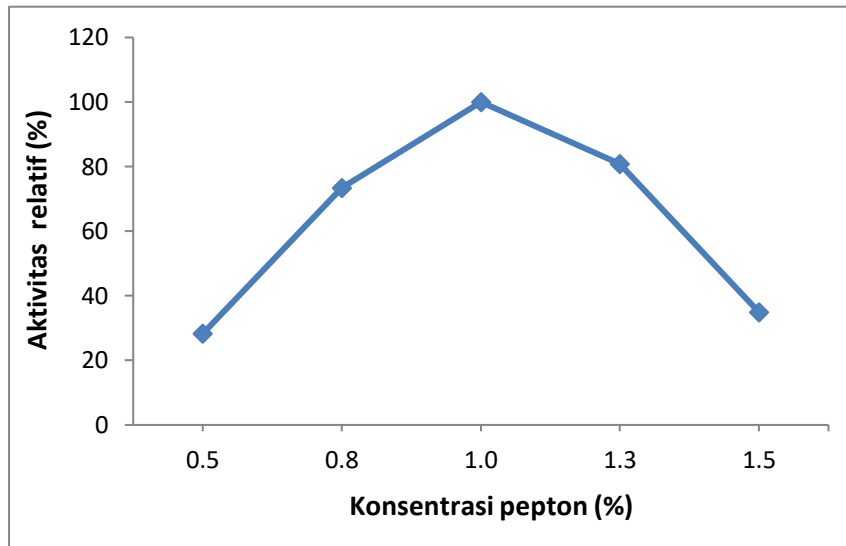
Optimasi produksi enzim lipase

Variasi konsentrasi pepton

Data yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa aktivitas enzim lipase tertinggi diperoleh pada konsentrasi pepton

1,0%, setelah itu menurun sampai pada konsentrasi 1,5%. Pepton adalah komponen pada media produksi yang berfungsi sebagai sumber nitrogen. Senyawa nitrogen merupakan senyawa pembentuk protoplasma dan dinding sel. Pepton diperlukan oleh mikroba

(*Aspergillus oryzae*) untuk pertumbuhannya dalam memproduksi enzim lipase. Kelebihan nitrogen dapat pula menyebabkan pertumbuhan mikroba terganggu, sehingga produksi enzim lipase menurun.

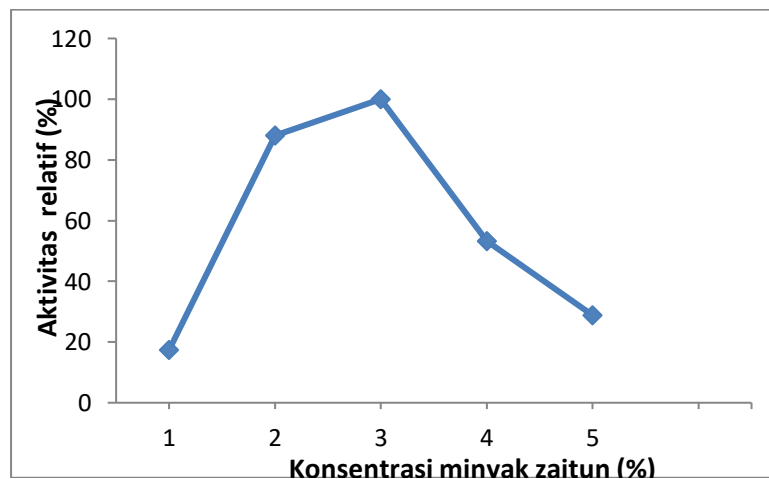


Gambar. 1. Pengaruh konsentrasi pepton terhadap aktivitas enzim lipase

Variasi konsentrasi minyak zaitun

Data yang ditampilkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa aktivitas enzim lipase tertinggi diperoleh pada konsentrasi minyak zaitun 3%, setelah itu aktivitas enzim lipase menurun. Mikroorganisme memerlukan karbon untuk pembentukan sel dan sumber energi. Komposisi nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme berbeda untuk setiap

mikroorganisme (Suhartono,1989), sehingga diperkirakan pada konsentrasi minyak zaitun diatas 3% aktivitas enzim lipase dari *Aspergillus oryzae* mulai menurun. Minyak zaitun adalah komponen pada media produksi yang berfungsi sebagai sumber karbon juga sebagai inducer yaitu zat penginduksi pada sintesis enzim lipase dari *Aspergillus oryzae*.

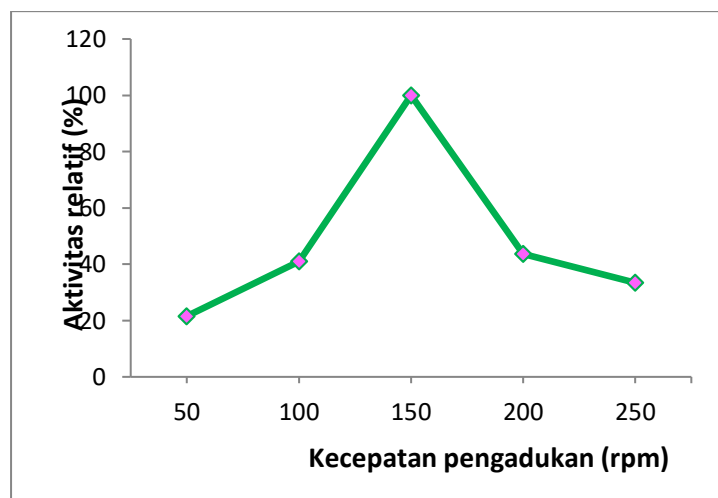


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi minyak zaitun terhadap aktivitas enzim lipase

c. Variasi kecepatan pengadukan

Data yang ditampilkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa aktivitas enzim lipase tertinggi pada kecepatan pengadukan 150 rpm. Tujuan dari proses ini adalah mendispersi udara di dalam larutan nutrisi dan menyeragamkan suhu dan konsentrasi nutrisi di dalam proses fermentasi. Selama proses fermentasi berlangsung, diperlukan pengocokan (pengadukan) terus menerus agar konsumsi oksigen selalu ada. Oksigen adalah gas yang

sedikit larut dalam air, sehingga perlu ditransfer terus-menerus ke dalam media fermentasi. Penurunan oksigen terlarut menyebabkan penurunan dalam laju pertumbuhan sel-sel di dalam medium fermentasi (Praweda, 2004). Menurut Chander *et al* (1980) aktivitas enzim lipase pada kultur yang teraduk 50% lebih tinggi dibandingkan dengan kultur yang tidak teraduk. Namun kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi dapat pula menurunkan aktivitas enzim lipase seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap aktivitas enzim lipase

Optimasi produksi enzim lipase sebelum variasi komposisi media produksi dan kecepatan

pengadukan dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 1. Aktivitas enzim lipase sebelum variasi komposisi media produksi dan kecepatan pengadukan (suhu 37°C; pH 7.0; [S]= 0.1 M; [E] = 10 %)

volume media produksi (mL)	komposisi media produksi (%)	kecepatan pengadukan(rpm)	serapan (410 nm)	aktivitas (U/mL)
100	pepton 0,5 Minyak 1 zaitun	150	0,126	13.222

Tabel 2. Aktivitas enzim lipase setelah variasi komposisi media produksi dan kecepatan pengadukan (suhu 37⁰C; pH 7.0; [S= 0.1 M]; [E= 10 %]

volume media produksi (mL)	komposisi media produksi (%)	kecepatan pengadukan(rpm)	serapan (410 nm)	aktivitas (U/mL)
100	pepton 1 Minyak 3 zaitun	150	0,140	14.777

Tabel 3. Aktivitas enzim lipase setelah variasi komposisi media produksi dan kecepatan pengadukan pada kondisi optimum (Suhu 35⁰C; pH 8.2; [S]= 0.2 M; dan [E]= 45 %

volume media produksi (mL)	komposisi media produksi (%)	kecepatan pengadukan(rpm)	serapan (410 nm)	aktivitas (U/mL)
100	pepton 1 Minyak 3 zaitun	150	0,230	18.888

Dari Tabel 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa komposisi media produksi dan kecepatan pengadukan pada kondisi optimum dapat meningkatkan aktivitas enzim lipase dari 13.222 U/mL menjadi 18.888 U/mL .

KESIMPULAN

Produksi ekstrak kasar enzim lipase isolat *Aspergillus oryzae* dari kopra berjamur telah dilakukan. Diketahui bahwa enzim ini merupakan enzim ekstraseluler dengan suhu dan tingkat keasaman optimum berturut-turut 35⁰C dan pH 8,2. Optimasi produksi enzim lipase dengan memvariasikan konsentrasi media produksi yaitu pepton dan minyak zaitun serta kecepatan pengadukan diperoleh konsentrasi pepton optimum 1% dan konsentrasi minyak zaitun optimum 3% serta kecepatan

pengadukan 150 rpm. Dari optimasi konsentrasi media produksi dan kecepatan pengadukan diperoleh bahwa ada kenaikan aktivitas enzim lipase dari 13.222 U/mL menjadi 18.888 U/mL.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suhartono, M. T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, 172-220.
2. Kao Corporation, 2004. General Properties and cooking characteristic of diacylglycerol as an edible oil in Y. Katsuragi (ed). *Diacylglycerol oil* chapter 19-22, AOCS Press.P. 197-252
3. Darwis, A.A. dan Sukara. 1990. *Isolasi, Purifikasi, Karakterisasi enzim. Penuntun praktikum PAU Bioteknologi IPB*. Bogor

4. Shaoxin Chen, Lili Qian, and Bingzhao Shi, 2007. Purification and properties of enantioselective lipase from a newly isolated *Bacillus cereus* C71. *Process Biochemistry* **42** (988-944)
5. Nawani, N., Singh, R, and Kaur, J. 2006. Immobilization and Stability Studies of Lipase from Thermophilic *Bacillus* sp: The Effect of Process Parameters on Immobilization of Enzyme, *Electronic Journal of Biotechnology* **9** : 559-565
6. Abbas, H.Abel .H, Valeric. D, and Louis .C. 2002. Isolation and characterization of an extracellular lipase from *Mucor* sp strain isolated from palm fruit. *Enzyme and Microbial Technology*, **31** , 968-975
7. Macrae, A.R. 1983. Extracellular Microbial Lipases. In W.M. Forgatty. *Microbial Enzyme and Biotechnology*. Appl. Scie. Publ. London.
8. Vorderwulbecke, T., K. Kieslich, and H. Erdmann (1992), Comparison of Lipases by Different Assay. *Enzyme. Microb. Technol.* **14** : 631-639.
9. Lowry, O.H., Rosebrough, N. J., Farr, A.L., and Randal, R. J., 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent,. *Journal of Biol. Chem*, **193**, 265-275.
10. Praweda, 2004. Penerapan Teknologi Enzim, (Online),(http://free.vlsm.org/v12/sponsor/sponsor_pendamping/praweda/biologi.htm,diakses 16 september 2004)
11. Chander, H. V. K. Batish, S.S. Sannabhadti, and A.R. Srinivasan.1980. Factors affecting lipase production in *Aspergillus Wentii*. *J. Food Sci.* **45**:598-600